

PCT 14100/00709

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 28.8.2000

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

REC'D 05 OCT 2000

WIPO

PCT



Hakija
Applicant

Ahlstrom Machinery Oy
Helsinki

Patenttihakemus nro
Patent application no

19991793

Tekemispäivä
Filing date

23.08.1999

Kansainvälinen luokka
International class

D21F

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä paperikoneen tai vastaavan lähestymisjärjestelmän toiminnan ohjaamiseksi"

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Piirjo Kalla
Tutkimussihiteeri

EPO - DG 1

12.08.2002

(69)

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

1

2

Menetelmä paperikoneen tai vastaavan lähestymisjärjestelmä toiminnan ohjaamiseksi

5 Esillä olevan keksinnön kohteena on menetelmä paperikoneen tai vastaavan lähestymisjärjestelmän toiminnan ohjaamiseksi. Erityisen edullisesti keksinnön mukainen ja menetelmä lähestymisjärjestelmän toiminnan ohjaamiseksi soveltuvat käytettäväksi paperi- ja kartonkikoneiden sekä erilaisten non-woven- rai-
nausta suorittavien koneiden yhteydessä.

10 Ennalta tunnetun tekniikan mukaiset paperikoneen lähestymisjärjestelmät, jolsta hyvän käsityksen antaa mm. US patenttjulkaisu 4,219,340, koostuvat lähestulkoon aina seuraavista komponenteista. Sekoitussäiliö, syöttöpumppu, pyörrepuhdistuslaitos, kaasunerotussäiliö, perälaatikon syöttöpumppu, perä-
laattikkosihti, paperikoneen perälaattikko ja viiravesien keräilyaltaat. Mainitut
15 komponentit on sijoitettu paperikoneen yhteyteen ja järjestetty toimimaan seuraavasti. Sekoitussäiliöön, jota usein kutsutaan myös viirakaivoksi ja joka sijaitsee tavallisesti tehtaan pohjatasolla annostellaan paperinvalmistuksessa käytettävä kuituaine ja täyteaineet, joiden laimennukseen käytetään paperikoneelta, lähinnä sen viiraosalta saatavaa ns. viiravettä. Niinikään tehtaan poh-
20 jatasolle sijoituvalla syöttöpumpulla kuitususpensio pumpataan sekoitussäiliöstä tavallisesti tehtaan konetasolla, se taso, johon paperikone sijoittuu, tai, kuten em. patentissa, sen yläpuolella olevaan pyörrepuhdistuslaitokseen. Pyörrepuhdistuslaitoksen akseptoima kuitususpensio jatkaa edelleen mainitun syöttöpumpun kehittämällä paineella kaasunerotussäiliöön, joka on sijoitettu
25 konetason yläpuolella olevalle tasolle. Kaasunerotussäiliöstä kuitususpensio, josta kaasu on mahdollisimman tarkkaan poistettu, virtaa tehtaan pohjatasolla olevalle perälaatikon syöttöpumpulle, joka pumppaa kuitususpension niinikään pohjatasolla olevalle perälaattikkosihtille (ei esitetty em. US patentissa), josta kuitususpensio virtaa konetasolle paperikoneen perälaattikkoon.

Kaasunerotussäiliö, jota on kuvattu sekä edellä mainitussa US patentissa 4,219,340 että hieman uudempana muunnelmana US patenttijulkaisussa 5,308,384, vaatii toimiakseen tyhjäjärjestelmän, johon tavallisimmin kuuluu kaasunerotussäiliön kanssa samalle tasolle sijoittuva tyhjäpumppu, useimmiten ns. nesterengaspumppu, ja pisaranerotin, jolla tyhjäpumpun imemästä kaasusta erotetaan siinä mahdollisesti olevat nestepisarat. Itse kaasunerotussäiliö on perinteisesti suurikokoinen olennaisesti vaakasuora säiliö, jonka sisälle pyörrepuhdistuslaitoksesta tuleva kuitususpensio suihkutetaan erillisten suihkuputkien kautta. Suihkutuksen tarkoituksena on antaa kuplamaiselle kaasulle mahdollisuus poistua kuitususpensiosta jo tässä vaiheessa. Kaasunerotussäiliössä on vielä useimmiten väliseinä, ns. ylijuoksukynnys, jonka tarkoituksena on pitää kuitususpension pinnankorkeus vakiona säiliössä, joskin myös ylijuoksuttomia kaasunerotussäiliöitä tunnetaan. Tarkoituksena pinnankorkeuden vakioimisella on varmistaa se, että perälaatikon syöttöpumpun tulopaine olisi vakio, jolla samalla varmistettaisiin, että perälaatikolle virtaa vakiomäärä paperimassaa. Toisin sanoen, sekoitussäiliöstä syötetään pyörrepuhdistuslaitoksen läpi kaasunerotussäiliölle aina jonkin verran enemmän kuitususpensiota kuin perälaatikko tarvitsee. Ylimääräinen kuitususpensio juoksutetaan ylijuoksukynnyksen yll tavallisesti kaasunerotussäiliön toiseen päähän, josta johtaa palautusputki sekoitussäiliölle. Perälaatikolle pumpattava kuitususpensio otetaan kaasunerotussäiliön pohjaan järjestetyn poistoaukon kautta perälaatikon syöttöpumpulle. Erilaisia kaasunerotussäiliöratkaisuja käsitellään mm. US patenteissa 5,236,475, 4,478,615, 4,455,224, 3,538,680, 2,717,536, 2,685,937 ja 2,642,950, joista kolme viimeksimainittua käsittelevät ylijuoksutonta kaasunerotussäiliötä.

US- patenttijulkaisussa 2,717,536 käsitellään kaasunerotuslaitteistoa, jossa pyörrepuhdistuslaitoksesta tuleva kuitususpensiovirta johdetaan kaasunerotussäiliöön, jossa ei ole ylijuoksukynnystä, vaan säiliön pinnankorkeus pidetään vakiona pinnankorkeusanturin ja sen ohjaaman syöttöpumpun virtaussäätö-

venttiilin avulla. Lisäksi kyseisessä julkaisussa esitetään kaasunerotussäiliön sijoittaminen konetasolle eli samalle tasolle paperikoneen perälaatikon kanssa.

5 US patenttijulkaisussa 2,685,937 esitetään myöskin ylijuoksuton kaasunerotussäiliö. Tämän patentin kuvaamassa ratkaisussa kaasunerotussäiliöön on järjestetty koho, joka seuraa kuitususpension pinnankorkeuden muutoksia. Kohon liikkeiden avulla vaikutetaan suoraan säiliöön syötettävään kuitususpensioon säätämällä suihkuputkien kautta säiliöön syötettävän kuitususpension määrää.

10

Edellä esitetyissä tekniikan tason mukaisissa laitteissa on muutamia haittapuolia, joista kannattaa mainita esimerkiksi seuraavat ongelmat.

15 Ensinnäkin, sekä ylijuoksun että erilaisten kohoratkaisujen tai muiden pinnankorkeutta suoraan seuraavien laitteiden avulla säädetty kaasunerotussäiliön pinnankorkeus pysyy luonnollisesti vakiona, mutta sillä ei suinkaan päästä siihen, mikä tarkoitus pinnansäädöllä pohjimmiltaan on eli perälaatikon syöttöpumpun vakiona pysyvä tulopaine. Syynä tähän on se, että tulopaineen määrää pinnankorkeuden kanssa yhdessä pumpattavan kuitususpension tiheys.

20 Mainittuun tiheyteen puolestaan vaikuttaa mm. kuitususpension täyteainepitoisuus ja kaasupitoisuus. Siitä huolimatta, että kuitususpension täyteainepitoisuuden tulisi olla mahdollisimman vakio, on siinäkin jonkin verran heilahteluja. Kuitenkin suurimman osan tiheyshellahteluista aiheuttaa kuitususpension kaasupitoisuus, joka voi pahimmillaan vaihdella useita prosentteja. Näin suuret
25 muutokset kuitususpension tiheydessä aiheuttavat myös heilahteluja perälaatikon syöttöpumpun pumpaamaan massamäärään, mikä heijastuu suoraan lopputuotteen paksuusheilahteluina.

30 Edelleen tekniikan tason mukaiset laitteistot eivät pysty ottamaan nopeasti huomioon esimerkiksi koneen nopeuden muutoksen aiheuttamia ongelmia. Tekniikan tason mukaisesti näitä ongelmia pyrittiin ratkomaan kuvion 2 lohko-

kaavion, jossa käsitellään tilannetta, jossa paperikoneen nopeutta joko lisätään (kuvion oikea puoli) tai vähennetään (kuvion vasen puoli), esittämällä tavalla. Ensimmäisenä muutetaan tekniikan tason mukaisessa järjestelmässä luonnollisesti perälaatikon huulivirtausta, koska sillä ohjataan koneen tuotantoa, laske-

5 taanpa se sitten tuotteen neliöpainona tai koneen tuottamina tonneina. Lähtökohtana on sekä perälaatikon paineen että tuotteen neliöpainon pitäminen vakiona huolimatta koneen nopeuden muutoksesta. Tekniikan tason mukaisella säätöjärjestelmällä asia hoidetaan siten, että paperikoneen nopeuden noustessa perälaatikon huuliaukkoa avataan niin, että huuliaukosta (olettaen perälaati-

10 kossa vallitsevan vakiopaine) virtaa koko ajan paperikoneen viiran nopeuteen suhteutettuna vakiomäärä massaa viiralle. Säätöjärjestelmän huomatessa perälaatikon huuliaukon avaamisen perälaatikon paineen alenemisena, painetta lähdetään nostamaan lisäämällä syöttöpumpun tuottoa. Tämä puolestaan johtaa kaasunerotussäiliön pinnan alenemiseen, jolloin säätöjärjestelmä määrää

15 sekoituspumpun syöttämään enemmän massaa kaasunerotussäiliöön, jolloin säiliön pinnankorkeus palaa ennalleen. Tämän tyyppinen säätöjärjestely aiheuttaa monenlaisia paineheilahteluja lähestymisjärjestelmään. Ensinnäkin, jotta perälaatikon paine pysyisi vakiona kaasunerotussäiliön pinnan laskiessa ja samalla perälaatikon syöttöpumpun tulopaineen laskiessa, lisätään syöttöpumpun kapasiteettia. Kun säätö on ehtinyt sekoituspumpulle saakka, sekoitus-

20 pumppu nostaa kaasunerotussäiliön syöttöä, jolloin säiliön pinta alkaa kohota. Tämä aiheuttaa paineen kohoamisen perälaatikossa, mikä puolestaan johtaa perälaatikon syöttöpumpun kapasiteetin pienentämiseen paineen tasaamiseksi. Kun kaasunerotussäiliön pinnankorkeus puolestaan on saavuttanut tavoitear-

25 vonsa, säätöjärjestelmä ohjaa sekoituspumppua vähentämään virtausta, josta seuraa uusi painevaikutus perälaatikoon. Tällä kertaa perälaatikon paine heilahtaa alaspäin, koska perälaatikon syöttöpumppu on pienentänyt kapasiteettiaan vastaamaan kaasunerotussäiliön kohoavaa pintaa. Kun pinta ei enää kohoakaan, ei myöskään syöttöpumpun tulopaine kohoa. Säätöjärjestelmä hoitaa

30 tämän tilanteen nostamalla perälaatikon syöttöpumpun kapasiteettia perälaatikon paineen kohottamiseksi tavoitearvoonsa. Käytännössä yllä kuvattu tapah-

tuma johtaa siihen, että koko edellä kuvatun säädön aikaisen tuotannon on vaara joutua hyllyksi, koska perälaatikon paineheilahtelut ovat suoraan nähtävissä tuotannon neliömassan heilahteluina. Alvan vastaavalla tavalla paperikoneen nopeuden pienentämisen seurannaisvaikutukset ovat nähtävissä kuvion 2 vasemmanpuoleisessa osassa.

Perimmäisenä syynä ongelmiin on se, että erilaiset säätötoimenpiteet hoidetaan viiveellä, jolloin joko perälaatikon paineessa, kaasunerotussäällön pinnan korkeudessa tai molemmissa on jo tapahtunut selviä muutoksia. Tällöin näiden korjaaminen aiheuttaa vastakkaissuuntaisia muutoksia, joiden korjaus edelleenkin tehdään tekniikan tason mukaan viiveellä, mikä luonnollisesti johtaa siihen, että tasapainotilanteeseen pääsy vie kohtuuttoman pitkän ajan.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle paperikoneen tai vastaavan lähestymisjärjestelmän toiminnan ohjaamiseksi, jotka ratkaisevat mm. edellä esitetyt ongelmat, tunnusmerkilliset piirteet käyvät ilmi oheisista patenttivaatimuksista.

Seuraavassa keksinnön mukaista menetelmää paperikoneen tai vastaavan lähestymisjärjestelmän toiminnan ohjaamiseksi selitetään yksityiskohtaisemmin viittaamalla oheisiin kuvioihin, joista kuvio 1 esittää pääosin US patentissa 4,219,340 esitettyä tekniikan tason mukaista ratkaisua, kuvio 2 esittää tekniikan tason mukaista perälaatikon paineen säätöjärjestelmää lohkokaaaviona, kuvio 3 esittää keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista paperikoneen lähestymisjärjestelmän säätöjärjestelmää lohkokaaavion muodossa, ja kuvio 4 esittää kuvion 3 mukaisessa suoritusmuodossa sovellettavaa laitejärjestelyä.

Kuviossa 1 esitettyyn tekniikan tason mukaisen paperikoneen lähestymisjärjestelmään kuuluu sekoitussäiliö/viirakaivo 10, syöttöpumppu 12, pyörrepuh-

distuslaitos 14, kaasunerotussäiliö 16, perälaatikon syöttöpumppu 18, perä-
laatikkosihti 20, paperikoneen perälaatikko 22 ja viiravesien keräilyaltaat (ei
esitetty). Mainitut komponentit on sijoitettu paperikoneen 24 yhteyteen ja jär-
jestetty toimimaan seuraavasti. Sekoitussäiliöön 10, joka voi olla myös viira-
5 kaivo, johon viiravedet kerätään, ja joka sijaitsee tavallisesti tehtaan pohjata-
solla annostellaan paperinvalmistuksessa käytettävä kuituaine, joka voi koos-
tua tuoreesta massasta, toisiomassasta tai hyiystä, ja täyteaineet, joiden lai-
mennukseen käytetään paperikoneetta, lähinnä sen viiraosalta saatavaa ns.
viiravettä, ns. paperimassan muodostamiseksi. Niinkään tehtaan pohjatasolle
10 sijoittuvalla syöttöpumpulla 12 kysäinen paperimassa pumpataan sekoitussäili-
östä 10 tavallisesti tehtaan konetasolla K, se taso, johon paperikone 24 sijoit-
tuu, olevaan pyörrepuhdistuslaitokseen 14. Pyörrepuhdistuslaitoksen 14 ak-
septoima paperimassa jatkaa edelleen mainitun syöttöpumpun 12 kehittämällä
paineella kaasunerotussäiliöön 16, joka on sijoitettu konetason yläpuolella ole-
15 vaille tasolle T. Kaasunerotussäiliöstä 16 olennaisesti kaasuton paperimassa,
josta siis kaasu on mahdollisimman tarkkaan poistettu, virtaa tehtaan pohjata-
solla olevalle perälaatikon syöttöpumpulle 18, joka pumpkaa paperimassan
niinkään pohjatasolla olevalle perälaatikkosihtille 20, josta akseptoitu paperi-
massa virtaa konetasolle K paperikoneen 24 perälaatikkoon 22.

20

Kaasunerotussäiliö 16 vaatii toimiakseen tyhjöjärjestelmän 17, johon tavalli-
simmin kuuluu kaasunerotussäiliön 16 kanssa samalle tasolle sijoittuva tyhjö-
pumppu, useimmiten ns. nesterengaspumppu, ja pisanerotin, jolla tyhjöpum-
pun imemästä ja tyhjöpumppua kohti virtaavasta kaasusta erotetaan siinä mah-
25 dollisesti olevat nestepisarat. Itse kaasunerotussäiliö 16 on perinteisesti suuri-
kokoinen olennaisesti vaakasuora säiliö, jonka sisälle pyörrepuhdistuslaitok-
sesta 14 tuleva paperimassa suihkutetaan erillisten suihkuputkien kautta. Suih-
kutuksen tarkoituksena on antaa kuplamaiselle kaasulle mahdollisuus poistua
paperimassasta jo tässä vaiheessa. Kaasunerotussäiliössä 16 on edelleen vä-
30 liseinä ns. ylijouksukynnys, jonka tarkoituksena on pitää paperimassan pinnan
P korkeus vakiona säiliössä 16. Pyrkimyksenä tällä on varmistaa se, että perä-

laatikon syöttöpumpun 18 tulopaine pysyy vakiona. Toisin sanoen, sekoitussäiliöstä 10 syötetään pyörrepuhdistuslaitoksen 14 läpi kaasunerotussäiliölle 16 aina jonkin verran enemmän paperimassaa kuin perälaatikko 22 tarvitsee. Ylimääräinen paperimassa juoksutetaan ylijuoksukynnyksen yli tavallisesti kaasunerotussäiliön 16 toiseen päähän, josta johtaa palautusputki 34 sekoitussäiliölle 10. Perälaatikolle 22 pumpattava paperimassa otetaan kaasunerotussäiliön 16 pohjaan järjestetyn poistoaukon ja siihen liitetyn poistoputken 36 kautta perälaatikon syöttöpumpulle 18.

- 10 Kuvion 2 lohkokaaviossa esitetään tekniikan tason mukainen järjestelmä perälaatikon paineen pitämiseksi vakiona. Kuvion 2 lohkokaaviossa käsitellään tilannetta, jossa paperikoneen nopeutta lasketaan (kuvion vasen puoli) tai lisätään (kuvion oikea puoli). Aivan vastaavalla tavalla toimitaan missä tahansa muussakin lajinvaihtotilanteessa. Ensimmäisenä paperikoneen nopeutta nostettaessa on mahdollista muuttaa joko perälaatikon 22 huulivirtausta avaamalla
- 15 perälaatikon 22 huulta vastaamaan paperikoneen nopeuden nousua tai lisäämällä perälaatikon painetta. Useimmissa tapauksissa koneen nopeuden nosto kompensoidaan perälaatikon painetta kohottamalla. Tekniikan tason mukainen säätöjärjestelmä siis edellyttää koneen tietyn nopeuden vastaavan tiettyä perälaatikon painearvoa, jolloin kohonnut koneen nopeus edellyttäisi perälaatikon
- 20 paineen olevan aiempaa korkeampi. Itse asiassa tilanne olisi aivan sama silloin, kun perälaatikon paine lähtisi vakioajotilanteesta alenemaan. Tällöin säätöjärjestelmä luonnollisesti ohjaa perälaatikon 22 syöttöpumpun 18 nostamaan perälaatikon 22 syöttöä. Tämä puolestaan johtaa kaasunerotussäiliön 16
- 25 pinnan alenemiseen, jolloin säätöjärjestelmä määrää paperimassaa kaasunerotussäiliölle 16 syöttävän sekoituspumpun 12 syöttämään enemmän massaa kaasunerotussäiliöön 16, jolloin säiliön 16 pinnankorkeus palaa ennalleen. Tämän tyyppinen säätöjärjestely aiheuttaa monenlaisia paineheilahteluja lähestymisjärjestelmään. Ensinnäkin, jotta perälaatikon 22 paine pysyisi
- 30 vakiona kaasunerotussäiliön 16 pinnan laskiessa ja samalla perälaatikon 22 syöttöpumpun 18 tulopaineen laskiessa, lisätään syöttöpumpun 18 kapasiteet-

tia. Kun säätöjärjestelmän ohjaustoiminto on ehtinyt sekoituspumpulle 12 saak-
ka, sekoituspumppu 12 nostaa kaasunerotussäiliön 16 syöttöä, jolloin säiliön
16 pinta alkaa kohota. Tämä aiheuttaa paineen kohoamisen perälaatikossa 22,
mikä puolestaan johtaa perälaatikon 22 syöttöpumpun 18 kapasiteetin pienen-
5 tämiseen paineen tasaamiseksi. Kun kaasunerotussäiliön 16 pinnankorkeus
puolestaan on saavuttanut tavoitearvonsa, säätöjärjestelmä ohjaa sekoitus-
pumppua 12 vähentämään virtausta, josta seuraa seuraavanlainen painevai-
kutuksen perälaattikkoon 22. Tällä kertaa perälaatikon 22 paine heilahtaa alaspäin,
koska perälaatikon 22 syöttöpumppu 18 on pienentänyt kapasiteettiaan vas-
10 taamaan kaasunerotussäiliön 16 kohoavaa pintaa. Säätöjärjestelmä hoitaa tä-
män tilanteen nostamalla perälaatikon 22 syöttöpumpun 18 kapasiteettia perä-
laatikon 22 paineen kohottamiseksi tavoitearvoonsa. Käytännössä yllä kuvattu
tapahtuma johtaa siihen, että koko edellä kuvatun säädön aikainen tuotanto
joutuu hylyksi, koska perälaatikon 22 paineheilahtelut ovat suoraan nähtävissä
15 tuotannon neliömassan heilahteluina.

Kuvion 3 lohkokaaviossa esitetään keksinnön erään edullisen suoritusmuodon
mukainen tapa hoitaa perälaatikon paineen säätö ja kaasunerotussäiliön pin-
nan säätö niin, että haitallisilta painevaihteluilta välttyään. Lähtökohtana kuvion
20 3 esimerkissä, kuten kuvion 2 esimerkissäkin, on tilanne, jossa perälaatikon
paine muuttuu (tässä esimerkissä paine laskee) tai sen oletetaan muuttuvan
joko lajinvaihdon vuoksi, paperikoneen nopeuden muutoksen takia tai jostakin
muusta syystä. Keksinnön mukainen säätöjärjestelmä voi saada tiedon paineen
alenemisesta monesta eri lähteestä. Yksi mahdollisuus on käyttää perälaatikon
25 paineanturin antamaa informaatiota. Toinen mahdollisuus on seurata perälaati-
kon syöttöpumpun toimintapistettä. Kun paine perälaattikossa muuttuu, muuttuu
myös syöttöpumpun toimintapiste. Toisin sanoen, vaikka pumpun ottama teho
tai vääntömomentti pysyykin vakiona, pumpun tuotto muuttuu kierrosnopeuden
muuttuessa. Tai, jos kierrosnopeus pidetään vakiona perälaatikon paineen
30 muutos muuttaa pumpun tehontarvetta.

- Esimerkiksi paineen aleneminen perälaatikossa merkitsee suoraan pumpun vastapaineen pienenemistä, joka aiheuttaa joko pumpun tuoton lisääntymisen vakioteholla tai pumpun ottaman tehon pienenemisen vakiokiertosnopeudella. Siten paineen muuttuminen perälaatikossa on nähtävissä myös perälaatikon
- 5 syöttöpumpun virtausmuutoksesta. Toisin sanoen tietyllä pumpun teholla kutakin pumpun tuottoarvoa vastaa tietty perälaatikon huuliaukko ja perälaatikon paine. Kun kyseisellä pumpun teholla pumpun tuotto muuttuu, tiedetään, että perälaatikon paine ja/tai huuliaukko ovat muuttuneet. Tällöin paineen aluetessa perälaatikossa säätöjärjestelmä nostaa sekoituspumpun kapasiteettia. Toisin
- 10 sanoen sekoituspumppu pyrkii pitämään kaasunerotussäiliön pinnankorkeuden vakiona ja perälaatikon syöttöpumppu perälaatikon paineen vakiona. Koska sekoituspumpun vaikutus kaasunerotussäiliön pinnankorkeuteen on suhteellisen hidasta ja koska puolestaan kaasunerotussäiliön pinnankorkeuden muutoksen vaikutus perälaatikon syöttöpumpun tulopaineeseen on myös suhteellisen hidasta, tarvitaan eri ohjaustapahtumien välillä viiveitä. Nämä eri ohjaus-
- 15 toimintojen viiveet ja asetusarvot on säädetty ohjaus- ja säätöjärjestelmään siten, että kaasunerotussäiliön pinnankorkeus ja perälaatikon paine pysyvät stabiileina.
- 20 Käytännössä keksinnön mukaiseen säätöjärjestelmään perälaatikon paineen säätämiseksi ja kaasunerotussäiliön pinnankorkeuden ohjaamiseksi tarvitaan seuraavia lähtötietoja.
- Kaasunerotussäiliön pinnankorkeus, sen raja-arvot ja pinnan korkeuden muutoksen suunta.
 - 25 - Perälaatikon syöttöpumpun tuotto eli kapasiteetti
 - Säätöjärjestelmän sisältämä neuroverkko tai jokin muu ohjelmalliseen laskentaan perustuva epäsuora mittausmenetelmä eli ns. 'soft sensor' määrittää pumpun tuoton esimerkiksi pumpun ominaiskäyrästä ja pumpun kiertosnopeuden ja paine-eron pohjalta
 - 30 - Sekoituspumpun tuotto eli kapasiteetti

- Säätöjärjestelmän sisältämä neuroverkko tai muu 'soft sensor' määrittää kapasiteetin edellä kuvattujen lähtötietojen avulla.
- Perälaatikon paine.

5 Säätöjärjestelmä käsittelee tai käyttää hyväksi edellä määriteltyjä tietoja seuraavasti. Kun säätöjärjestelmä havaitsee kaasunerotussäiliön pinnankorkeuden muuttuvan hitaasti, se ohjaa perälaatikon syöttöpumppua kompensoimaan tulopaineen muutosta niin, että perälaatikon syöttöpaine pysyy vakiona. Esimerkiksi pinnankorkeuden laskiessa säätöjärjestelmä lisää tasaisesti, ja hitaasti, 10 syöttöpumpun kierrosnopeutta, jolloin alenevasta pinnankorkeudesta seuraava aleneva tulopaine kompensoituu syöttöpumpun hitaasti kohoavalla tuotolla, joka kohottaa samassa suhteessa perälaatikon painetta. Mikäli pinnankorkeuden muutosnopeus kaasunerotussäiliössä on riittävän hidas, säätöjärjestelmä ei ohjaa sekoituspumppua lisäämään kaasunerotussäiliön syöttöä, koska pinnan- 15 korkeus mahdollisesti palautuu itsestään takaisin. Vasta pinnankorkeuden lähestyessä raja-arvoa, ohjaa säätöjärjestelmä sekoituspumppua vastaamaan mainittuun muutokseen. Toisin sanoen keksinnön mukainen säätöjärjestelmä antaa kaasunerotussäiliön pinnankorkeuden asettua vapaasti määrättyjen ylä- ja alarajojen välille.

20

Joissakin tapauksissa voidaan myös pitää tarpeellisena, että säätöjärjestelmä ohjaa sekoituspumppua ennakoivasti siten, että sekoituspumpun tuottoa muutetaan ennakoivasti suhteessa syöttöpumpun tuoton muutokseen. Tällä halutaan ottaa huomioon se viive, joka syntyy sekoituspumpun ja kaasunerotussäiliön välille sijoittuvasta putkilinjasta ja mahdollisesta pyörrepuhdistuslaitoksesta. Tällöin päästään optimitilanteeseen siihen, että perälaatikon pinta ei muutu ollenkaan perälaatikon huulivirtauksen muuttuessa.

25 Mikäli on tarvetta mennä muuttamaan sekoituspumpun syöttöä kaasunerotussäiliön pinnan palauttamiseksi oletusarvoonsa eli suurin piirtein raja-arvojen keskivälille, säätöjärjestelmä ohjaa, riippuen sekoituspumpun syötön muutok-

30

sen suunnasta, syöttöpumppua joko vähentämään tai lisäämään syöttöä perälaatikolle. Jos esimerkiksi kaasunerotussäiliön pinta pyrki laskemaan alarajansa alapuolelle, säätöjärjestelmä ohjaa sekoituspumppua lisäämään syöttöä kaasunerotussäiliöön. Samanaikaisesti säätöjärjestelmä valmistautuu pienentämään, tietyn viiveen jälkeen, perälaatikon syöttöpumpun tuottoa eli käytännössä syöttöpumpun painevaikutusta perälaattikoon. Tämä siksi, että kaasunerotussäiliön kohoava pinta nostaa syöttöpumpun imupainetta, joka sinänsä jo kohottaa perälaatikon painetta.

- 10 Kaasunerotussäiliön pintasäädössä toteutetun sumean logiikan avulla voidaan ylijuoksu jättää säiliöstä pois. Pinnansäätö voidaan kuvion 3 mukaisesti hoitaa itse asiassa kolmella tavalla. Ensimmäinen tapa on ohjata sekoituspumpun kapasiteetin muutosta sumean logiikan ja kaasunerotussäiliön pinnan muutoksen mukaan, Toinen tapa on edelleen parantaa pinnansäätöä säädön
- 15 myötäkytkennän avulla, jolloin peränsyöttöpumpun muuttuneista kierrosluvusta ja paine-erosta voidaan neuroverkon avulla määrittää pumppukäyrästä virtausmuutos. Tämä tieto kaasunerotussäiliöstä ulos lähtevän virtauksen muutoksesta siirretään suoraan virtaussäätöpiiriin tai sumean logiikan kautta sekoituspumpulle, jonka kierroksia muutetaan taas neuroverkkolaskennalla
- 20 (tässä tarvitaan taas pumppukäyrää sekä paine-eroa) tai muun ns. 'soft-sensorin' avulla. Luonnollisesti muut kaasunerotussäiliöön tulevat virtaukset on huomioitu. Käytännössä myötäkytkennällä tarkoitetaan sitä, että neuroverkon avulla määritetään perälaatikon syöttöpumpun kapasiteetti ja kyseistä kapasiteettia vaaditaan myös sekoituspumpulta lisättynä mahdollisilla rejektivirroilla,
- 25 jotka prosessissa erotetaan ennen syöttöpumppua. Lähtökohtana tietenkin on, että mainittujen rejektivirtojen osuus tai suuruus tiedetään. Kun tässä myötäkytkennässä otetaan vielä huomioon eri suuruiset viiveet eri osissa prosessia, voidaan pumppujen syötöt ja niiden muutokset ajoittaa alkamaan niin, että sen enempää kaasunerotussäiliön pinta kuin perälaatikon painekaan eivät muutu
- 30 käytännöllisesti katsoen ollenkaan oletusarvoistaan (oletusarvo voi luonnollisesti muuttua esimerkiksi edellä esitetyn esimerkin kaltaisessa tilanteessa).

Sumeaa logiikkaa ei siis varsinaisesti tarvitse käyttää perän painevaihteluiden minimoimiseen vaan lähinnä kaasunerotussäiliön pinnan hallintaan. Sumean logiikan apuna käytetään neuroverkkoa tai muuta 'soft sensoria' em. säädön
5 myötäkytkennässä.

Lajinvaihtotilanteessa, jossa koneen tuotantoa muutetaan, ja jossa myös perälaatikon paine voi muuttua merkittävästi, säätöjärjestelmä muuttaa edullisesti portaittain perälaatikon painetta. Tällöin säätöjärjestelmä lähtee muuttamaan
10 sekä sekoituspumpun että syöttöpumpun tuottoa olennaisen samanaikaisesti ottaen luonnollisesti huomioon edellä mainitut viiveet.

Voidaan jopa ajatella, että tuotantokoneen käyttäjä ilmoittaa säätöjärjestelmälle tuotantokoneelta haluttavan lopputuotteen neliöpainon, jonka jälkeen säätöjärjestelmä hoitaa lajinvaihdon loppuun optimoiden toimenpiteessä tarvittavat vaiheet. Käytännössä säätöjärjestelmään on etukäteen syötetty millaista perälaatikon huuliaukkoa ja millaista perälaatikon painetta tarvitaan kutakin ajateltavissa olevaa neliöpainoa varten. Kun säätöjärjestelmä näkee, miten paljon huuliaukkoa ja/tai perälaatikon painetta on muutettava, se toimii ennalta ohjelmoidusti,
20 joko tehden yhdessä vaiheessa sekä huuliaukon muutoksen että perälaatikon painemuutoksen tai vaihtoehtoisesti muuttaen näistä toista tai molempia kahdessa tai useammassa portaassa. Itse säätöjärjestelmän toiminta on jo edellä kuvatun kaltainen.

25 Erään lisäviivahteen säätöjärjestelmän toimintaan tuo vielä pyörrepuhdistuslaitoksen olemassaolo tai sen puuttuminen lähestymisjärjestelmästä. Mikäli pyörrepuhdistuslaitosta ei lähestymisjärjestelmässä ole, säätöjärjestelmän toiminta on edellä kuvatun kaltainen. Jos lähestymisjärjestelmässä on pyörrepuhdistuslaitos, täytyy säätöjärjestelmän pystyä ottamaan se huomioon jollakin tavoin.
30 Itse asiassa ainoa asia, joka pyörrepuhdistuslaitoksen olemassaolosta kannattaa ottaa huomioon, on sen rejektivirtaus. Toisin sanoen pyörrepuhdistus-

laitos ei päästä kaikkea sisääntulevaa materiaalia kaasunerotussäiliöön, vaan osa materiaalista johdetaan pois lyhyestä kierrosta. On olemassa useampia tapoja pyörrepuhdistuslaitoksen huomioimiseksi. Eräs tapa on ottaa pyörrepuhdistuslaitoksesta aina vakiosuuruinen rejektivirtaus riippumatta laitokseen tulevasta virtauksesta. Tällöin säätöjärjestelmän on helppoa vähentää sekoitus-

5 pumpun syötöstä pyörrepuhdistuslaitoksen rejektiin joutuva osuus ja käyttää saatua erotusta jatkotoimenpiteiden lähtöarvona. Toinen tapa on ottaa aina suhteessa yhtä suuri osa virtauksesta rejektivirtaukseen. Tällöin toimitaan itse asiassa samoin kuin edelläkin paitsi, että kaasunerotussäiliöön kulkeutuvan

10 virtauksen todellinen määrä saadaan kertolaskun tuloksena kertoen sekoitus-pumpun syöttö pyörrepuhdistuslaitoksen akseptivirtauksen suhdelluvulla (esim. 0.97). Kolmantena tapana on määrittää erikseen rejektivirtauksen määrä, jolloin vähentämällä rejektivirtauksen määrä sekoituspumpun syötöstä saadaan kaasunerotussäiliöön menevän materiaalin määrä.

15

Kuviossa 4 esitetään keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukainen ratkaisu, jossa viiravedet paperikoneelta 124 johdetaan viiravesisäiliöön 110, jonka pohjaosassa kuitususpensio sekä erilaiset täyteaineet yhdistetään paperi-

20 massaksi. Viiravesisäiliöstä 110 paperimassa viedään sekoituspumpun 112 avulla pyörrepuhdistuslaitokseen 114, ja siitä edelleen kaasunerotussäiliöön 116 ja edelleen syöttöpumpun 118 avulla paperikoneen perälaatikolle 122 tekniikan tasosta tunnetulla tavalla. Uutta kuvion mukaisessa suoritusmuodossa edustaa kaasunerotussäiliön 116 pinnansäätö, jota ei ole toteutettu sen enem-

25 pää tekniikan tason mukaisella ylijouksella kuin kohojärjestelmälläkään. Koska kaasunerotussäiliön 116 pinnansäädöllä pyritään varmistamaan se, että paperimassan paine paperikoneen perälaatikossa pysyy mahdollisimman tarkoin vakiona, lähtee keksinnön mukainen pinnansäätö siitä, että paperimassan pin-

30 nan annetaan vaihdella tietyissä rajoissa kaasunerotussäiliössä 116, ja järjestelmän pumppujen 112 ja 118 toiminnan ohjauksella hoidetaan perälaatikon 122 paineen säätö. Toisena uutena tapana on uudentyypinen tapa varmistaa perälaatikon paineen pysyminen vakiona. Perälaatikon 122 painetta seurataan

paineanturilla 148, jonka antama paineimpulssi rekisteröidään ja johdetaan säätöjärjestelmän ohjausyksikköön 150, joka pyrkii pitämään sen vakiona. Se tapahtuu tämän keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti ensisijaisesti siten, että perälaatikon 122 syöttöpumppua 118 ohjataan mainitun paineanturin 148 antaman impulssin perusteella säätöjärjestelmän ohjausyksikön 150 avulla. Paineimpulssin osoittaessa paineen pyrkivän laskemaan säätöjärjestelmä määrää syöttöpumpun 118 lisäämään syöttöään, jolloin paine perälaatikossa 122 tasoittuu ja nestepinta kaasunerotussäiliössä 116 laskee. Vastaavasti paineen kohotessa ohjausyksikkö määrää syöttöpumpun 118 vähentämään syöttöään, jolloin paine perälaatikossa 122 pääsee alenemaan ja pinta säiliössä 116 kohoaa. Pinnankorkeuden kaasunerotussäiliössä 116 siis annetaan jonkin verran vaihdella. Riippuen kaasunerotussäiliön 116 pinnankorkeuden muutosnopeudesta voidaan myös kaasunerotussäiliön 116 paperimassaa syöttävän sekoituspumpun 112 syöttöä eli käytännössä pyörimisnopeutta lisätä tai vähentää. Toisin sanoen, jos säiliön 116 pinnankorkeus muuttuu hyvin hitaasti, keskusyksikkö pelkästään seuraa sitä. Luonnollisesti tiettyyn rajaansaakka. Jos pinnankorkeus puolestaan laskee nopeasti, ohjaa keskusyksikkö sekoituspumppua 112 lisäämään syöttöä niin, että kaasunerotussäiliön 116 pinnankorkeuden lasku kompensoituu. Vastaava säätötoimenpide, mutta päinvastaisena suoritetaan luonnollisesti myös säiliön 116 pinnankorkeuden kohotessa.

Luonnollisesti säätöjärjestelmä, pääasiallissa ohjausyksikkö, on myös mahdollista "opettaa" toimimaan monipuolisemmin eli paineanturin 148 paineimpulssin muutosnopeus voidaan järjestää ohjaamaan myös sekoituspumpun 112 syöttöä ja edullisesti myös syöttönopeuden muutosnopeutta. Luonnollisesti, mikäli ei haluta ohjata suoraan sekoituspumppua 112 on mahdollista järjestää sekoituspumpun 112 ja kaasunerotussäiliön 116 väliseen putkilinjaan 152 venttiili 154, jonka toimintaa ohjataan (esitetty katkoviivalla) myös ohjausyksikön avulla paineanturin 148 antamien impulssien pohjalta.

Edelleen on mahdollista ja tietyssä tilanteessa myöskin tarpeen kytkeä säätöjärjestelmään eli tarkemmin sanoen ohjausyksikköön myös kaasunerotussäiliön 116 tyhjöjärjestelmä 126. Tätä voidaan käyttää esimerkiksi silloin, kun massan pinta kaasunerotussäiliössä 116 pyrkii joko laskemaan liian matalalle tai kohoamaan liian korkealle. Pinnan laskiessa liian alas, esimerkiksi koholaitteella tai muulla vastaavalla järjestelyllä mitaten, määrää ohjausyksikkö kohottamaan säiliön 116 alipainetasoa ja samanaikaisesti lisäämään sekoituspumpun 112 syöttöä, tai vaihtoehtoisesti venttiiliin 154 aukeamaa, paineanturin 148 valvoessa perälaatikon 122 syöttöpumpun 118 tulopaineen pysymistä vakiona. Kaasunerotussäiliön pinnankorkeuden optimitilan lähestyessä alipainetasoa ja sekoituspumpun 112 syöttöä, vaihtoehtoisesti venttiiliin 154 aukeamaa, lasketaan vähitellen paineanturin 148 valvomana, kunnes päästään vakiotilanteeseen. Edelleen tilanteessa, jossa perälaatikolla 122 tai tuotantokoneen viiraosalla olevan anturin antaman impulssin perusteella ilmenee tarvetta muuttaa perälaatikon 122 syöttöä, se voidaan hoitaa siten, että ohjausyksikkö 150 tulkitsee sinne tulleen ohjausimpulssin siten, että se määrää muuttamaan ensin vastavasti kaasunerotussäiliön 116 syöttöä (sekoituspumpun 112 ja/tai venttiiliin 154 avulla), jonka jälkeen tietyn viiveen kuluttua se määrää edelleen muuttamaan perälaatikon 122 syöttöpumpun 118 syöttöä. Impulssin, joka johtaa tähän perälaatikon syöttöpumpun syötön muutokseen, voi antaa vaikkapa paineanturi 148.

Edullisesti syöttöpumppuna 112 käytetään potkuripumppua, koska kyselyltä pumpulta tässä käyttökohteessa vaadittava syöttöpaine ei ole kovinkaan korkea. Samoin kaasunerotussäiliön 116 tyhjöpumppuna käytetään edullisesti Ahlstrom Pumps Corporationin, High Speed tyhjöpumppuja, joiden alipainetaso on säädettävissä pumpun kierrosnopeutta muuttamalla. Tosin on luonnollisesti mahdollista myös käyttää vanhemman tekniikan mukaisia vesirengaspumppuja, joiden tyhjötaso on venttiiliin avulla säädettävissä.

Olipa kyseessä sitten pyörrepuhdistuslaitoksella varustettu lähestymisjärjestelmä, lähestymisjärjestelmä, jossa pyörrepuhdistus on sijoitettu jo aiemmin kun-
kin massajakeen osale erikseen, tai kokonaan ilman pyörrepuhdistusta toimiva
lähestymisjärjestelmä, on sille ominaista, että laitteet pyritään mahdollisuuksien
5 (fysiikan lakien) mukaan sijoittamaan samalle tasolle eli konetasolle. Kuitenkin
on huomattava, että perälaatikon syöttöpumppua ei yleensä voida sijoittaa sa-
malla tasolle kaasunerotussäiliön kanssa, koska alipaine kaasunerotussäiliös-
sä on niin korkea, että pienikin imu perälaatikon syöttöpumpulta päin aiheuttaisi
kavitointia eli säiliössä olevan veden kiehumista. Mainitusta syystä johtuen pe-
10 rälaatikon syöttöpumppu on vietävä jonkin verran kaasunerotussäiliön alapuo-
lelle, jolloin kavitaatio ja siitä seuraava kiehuminen voidaan välttää.

Kuten edellä esitetystä huomataan, on pystytty kehittämään uudentyyppinen
paperikoneen lähestymisjärjestelmä, joka poistaa monia tunnetun tekniikan
15 heikkouksia ja haittapuolia sekä ratkaisee ongelmia, jotka ovat haitanneet tek-
niikan tason mukaisten lähestymisjärjestelmien käyttöä. Edellä esitetystä on
kuitenkin huomattava, että eri suoritusmuodoissa esitetyt yksittäiset uutuudet
ovat sovellettavissa yksinään eivätkä suinkaan välttämättä siinä yhteydessä,
jossa ne on edellä esitetty. Siten on esimerkiksi täysin mahdollista ja keksinnöl-
20 lisen ajatuksen mukaista, että kuvion 4 suoritusmuodosta jätetäänkin pyörre-
puhdistuslaitteisto kokonaan pois.

17

12

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä paperikoneen, kartonkikoneen tai vastaavan rainanmuodostuslaitteen lähestymisjärjestelmän toiminnan ohjaamiseksi, jossa menetelmässä
5 muodostetaan viiravedestä, kuitususpensiosta ja täyteaineista massa, syötetään mainittu massa kaasunerotussäiliöön, erotetaan mainitusta massasta kaasua ja syötetään olennaisesti kaasuton massa tuotantokoneen perälaatikkoon, jolloin perälaatikon paineen muuttuessa syöttöpumpun tuottoa muutetaan, tunnettu siitä, että järjestetään perälaatikon paineen muutos käynnistämään lä-
10 hestymisjärjestelmän säätöjärjestelmä, jolla olennaisen samanaikaisesti ohjataan ja säädetään useampia kohteita lähestymisjärjestelmässä.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lähestymisjärjestelmän säätöjärjestelmällä ohjataan sekä perälaatikon painetta että
15 kaasunerotussäiliön pinnankorkeutta.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että syöttöpumpun ja sekoituspumpun toimintapistettä muutetaan olennaisen samanaikaisesti.
20
4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että sekoituspumpun toimintapistettä muutetaan ennakoivasti suhteessa syöttöpumpun toimintapisteen muuttamiseen niin, että mainittujen pumppujen välille sijoittuvan kaasunerotussäiliön pinnankorkeus pysyy olennaisesti vakiona tai muuttuu hal-
25 litusti.
5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että perälaatikon syöttöpumpun toimintapisteen muutoksesta luetaan perälaatikon paineen muutos, jolloin mainittu syöttöpumpun toimintapisteen muutos käynnistää
30 säätöjärjestelmän säätötoiminnon.

6. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kaasunerotussäiliön pinnankorkeutta hallitaan järjestämällä perälaatikon paineen muutos käynnistämään säätöjärjestelmän säätötoiminnon.
- 5 7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että säätöjärjestelmä ohjaa samanaikaisesti sekä syöttö- että sekoituspumppua niin, että perälaatikon paine pysyy vakiona ja kaasunerotussäiliön pinnankorkeus pysyy vakiona tai muuttuu hallitusti.
- 10 8. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että säätöjärjestelmä ohjaa ennakoivasti sekoituspumppua syöttöpumpun suhteen niin, että perälaatikon paine ja kaasunerotussäiliön pinnankorkeus pysyvät vakiona.
9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että muu-
15 tetaan säätöjärjestelmän avulla ainakin perälaatikon syöttöpumpun tuottoa paineen pitämiseksi vakiona tuotantokoneen perälaatikossa, seurataan samanaikaisesti massan pinnankorkeuden vaihtelua kaasunerotussäiliössä ja tarvittaessa ryhdytään toimenpiteisiin massan pinnankorkeuden korjaamiseksi kaasunerotussäiliössä.
- 20 10. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainitun pinnankorkeuden annetaan muuttua hitaasti kaasunerotussäiliössä väliaikaisesti muuttamatta kaasunerotussäiliön syöttöä.
- 25 11. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että perälaatikon paineen muutosnopeuden ollessa pieni kompensoidaan paineen muutos pelkästään perälaatikon syöttöpumpun kapasiteettia muuttamalla, jolloin annetaan kaasunerotussäiliön pinnankorkeuden muuttua vastaavasti.
- 30 12. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että perälaatikon paineen muutosnopeuden ollessa suuri kompensoidaan paineen

muutos muuttamalla olennaisen samanaikaisesti sekä perälaatikon syöttöpumpun kapasiteettia että sekoituspumpun kapasiteettia.

13. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lajinvaihtotilanteessa sekä sekoituspumpun että syöttöpumpun kapasiteettia muutetaan portaittain.

14. Patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittua pinnansäätöä ohjataan sumealla logiikalla.

13

(57) Tiivistelmä

- Esillä olevan keksinnön kohteena on menetelmä paperikoneen tai vastaavan tuotanto lähestymisjärjestelmän toiminnan ohjaamiseksi. Erityisen edullisesti keksinnön mukainen menetelmä lähestymisjärjestelmän toiminnan ohjaamiseksi soveltuvat
- 10 käytettäväksi paperi- ja kartonkikoneiden sekä erilaisten non-woven-rainausta suorittavien koneiden yhteydessä.

15 (Fig. 3)

24 -20-

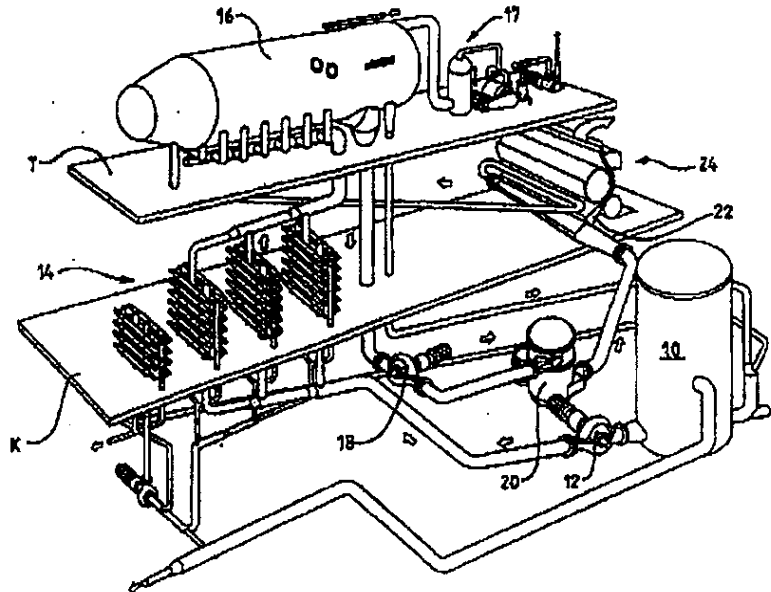


FIG. 1

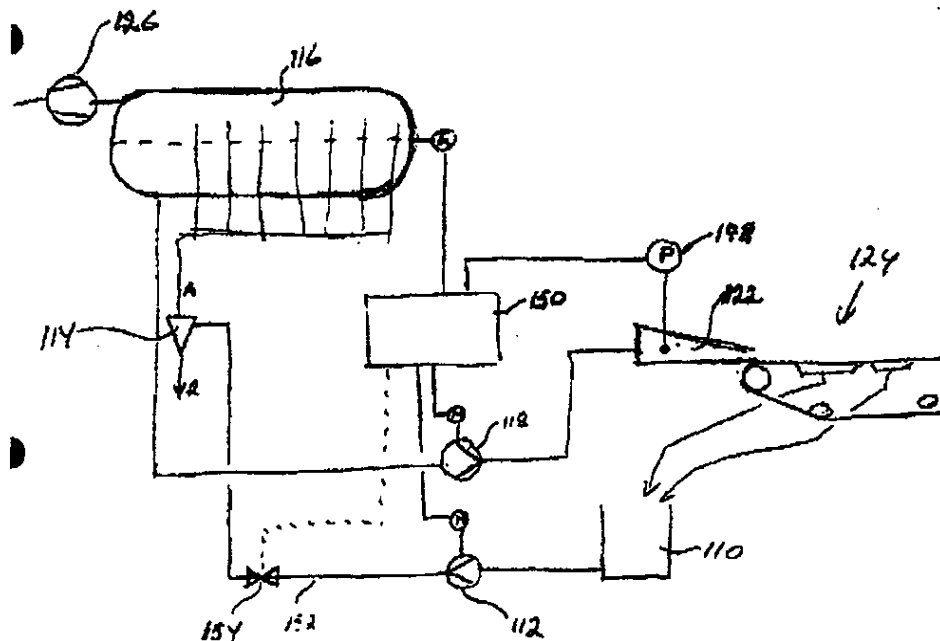


Fig. 4

-21-

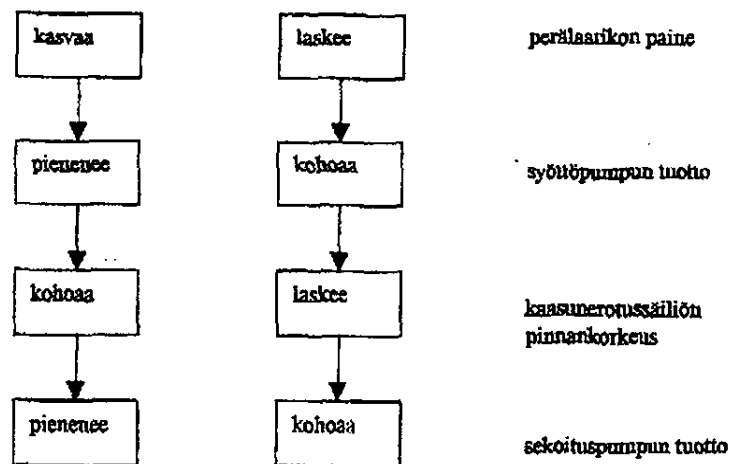


Fig. 2

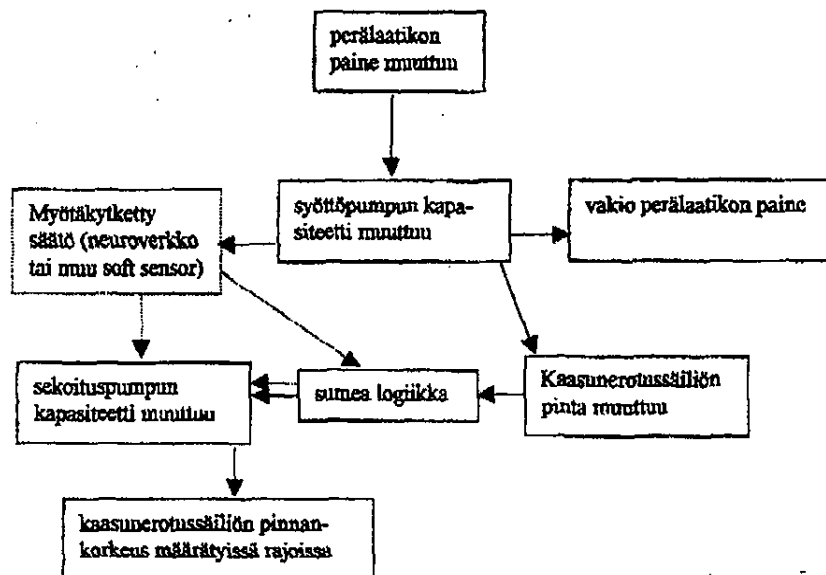


Fig. 3